



BC: SISTEMA PRODUCTIVO – BICICLETAS

MODELOS Y HERRAMIENTAS DE DECISIÓN

Alex Erdfarb
Antoine Balmes
Gemma Alfocea Roig
Lluís Bolívar López
Víctor Sánchez Olmos

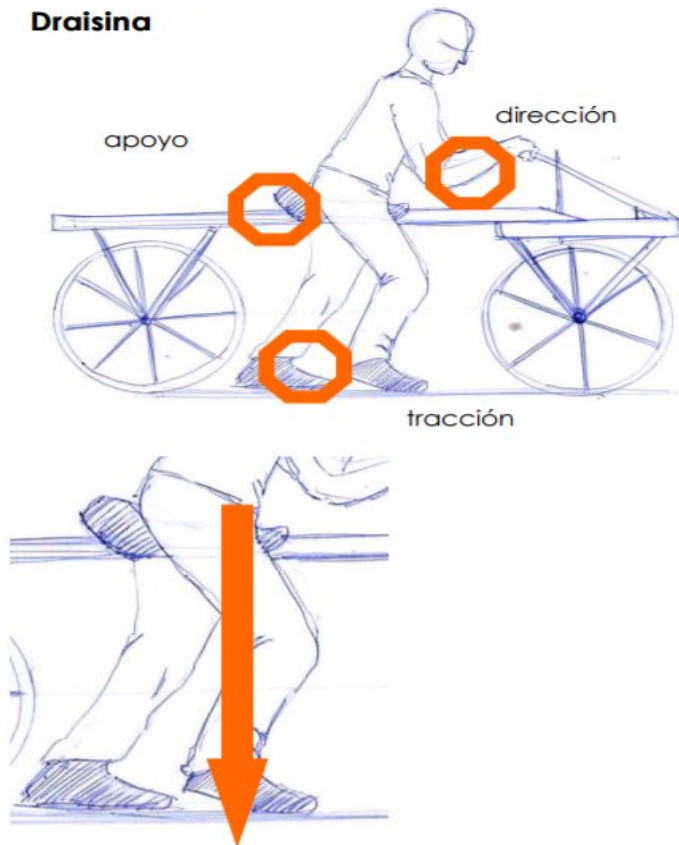
Motivación para la elección

- ❑ Consideraciones medioambientales.
- ❑ Modelo de transporte en expansión.
- ❑ Producto con muchas variantes que dan lugar a diferentes tipos y modelos de bicicletas.

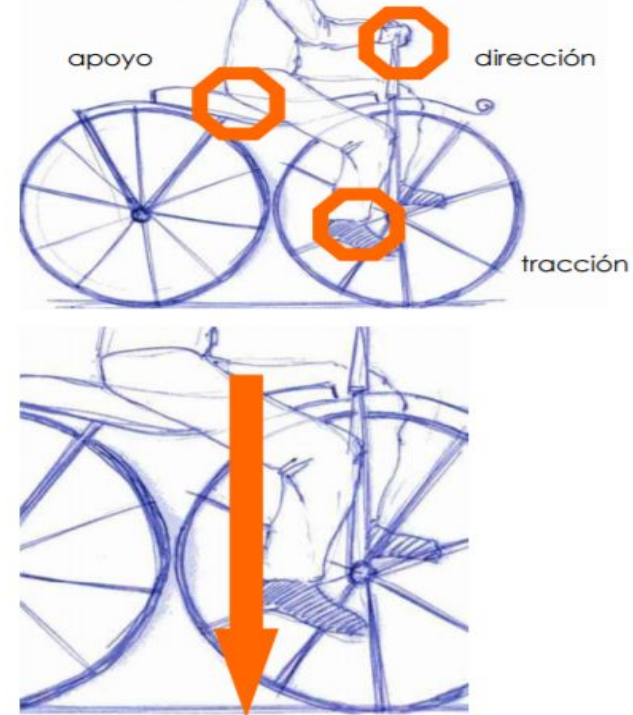
La historia de la bicicleta

Análisis evolutivo de la bicicleta

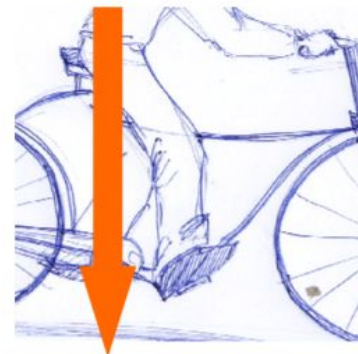
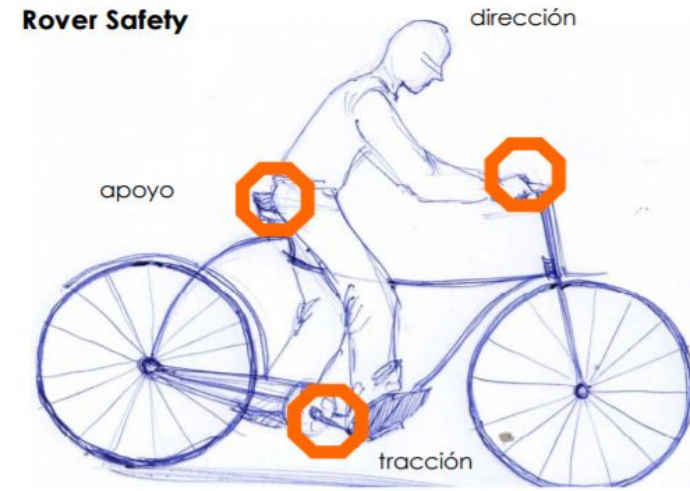
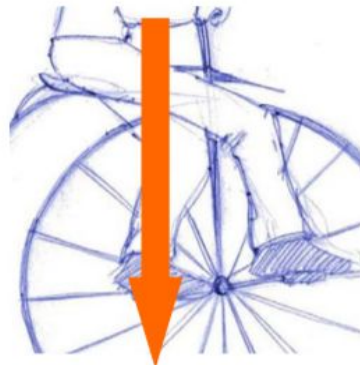
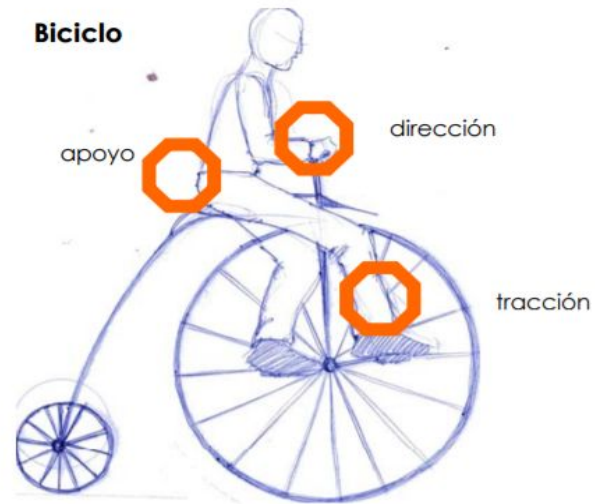
Draisina



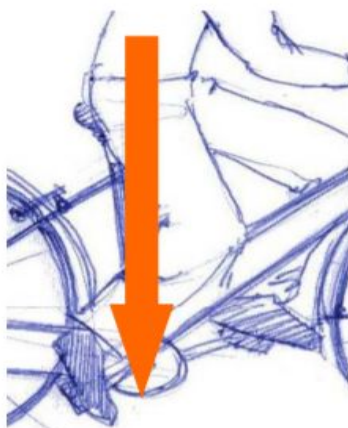
Velocípedo de Pierre Michaux



La historia de la bicicleta

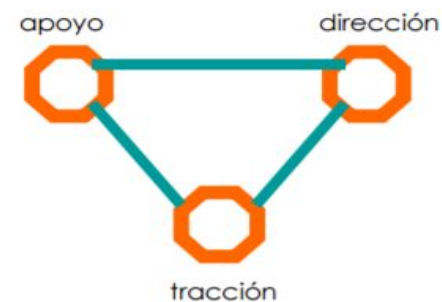


La historia de la bicicleta



Conclusiones

Desde la draisina en adelante, la bicicleta parece no haber cambiado su configuración en cuanto a la disposición de la zona de tracción, el apoyo y la dirección, tampoco ha variado la línea de acción de la piernas, que obedece a una clara dirección vertical, ya sea para desplazarse con los pies en la tierra o para activar el movimiento en los pedales. Aparece entonces en la configuración de la bicicleta una misma base formando un triángulo, independiente de que los ángulos entre cada punto varíen.



Triangulo de acción de la bicicleta

¿Quiénes somos?

- ❑ Empresa que ensambla bicicletas de diferentes tipos.
- ❑ Se comercializan tanto en grandes almacenes y distribuidoras como en pequeñas tiendas.
- ❑ Realizamos venta online, permitiendo personalizar la bicicleta.
- ❑ Se dispone también de un equipo técnico de reparación y un gran servicio post venta y garantías.

¿Qué producimos?

- Se producen 4 tipos de bicicletas diferentes:

➤ DE CARRETERA (1)

➤ FIXIE (2)

➤ PLAYERA (3)

➤ Montaña (4)

(1)



(2)



(3)

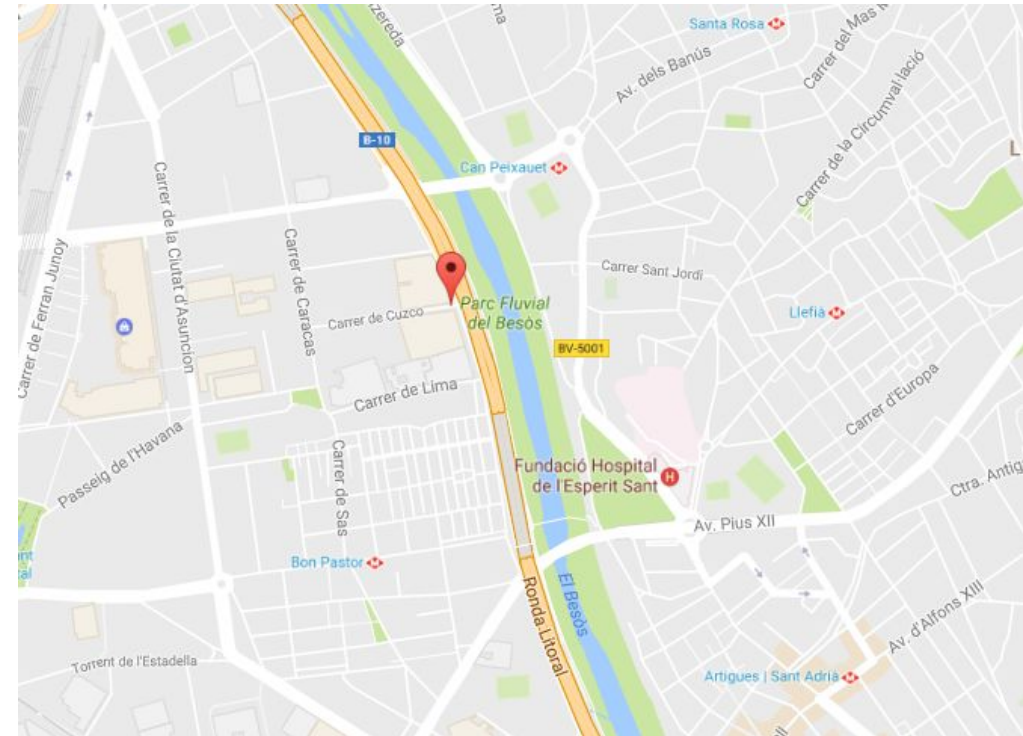


(4)



¿Dónde estamos?

- ❑ Inicialmente, distribuiremos las bicicletas por la península Ibérica.
- ❑ Nuestra fábrica estará situada en un lugar estratégico.
- ❑ La mayoría de componentes llegarán de otros países.
- ❑ La fábrica estará situada en la provincia de Barcelona, que está muy bien comunicada tanto por mar como por carretera.



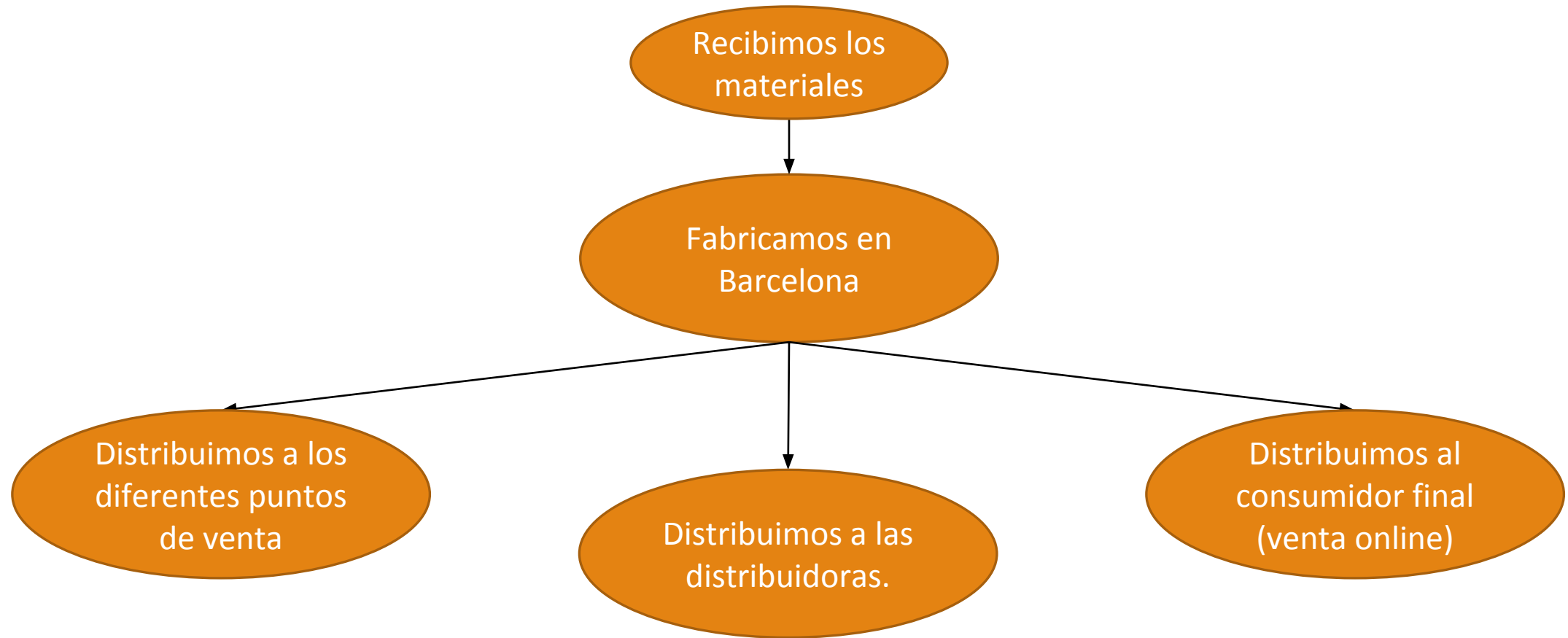
Nave Industrial en Barcelona – 2625 m2

Nuestros productos.

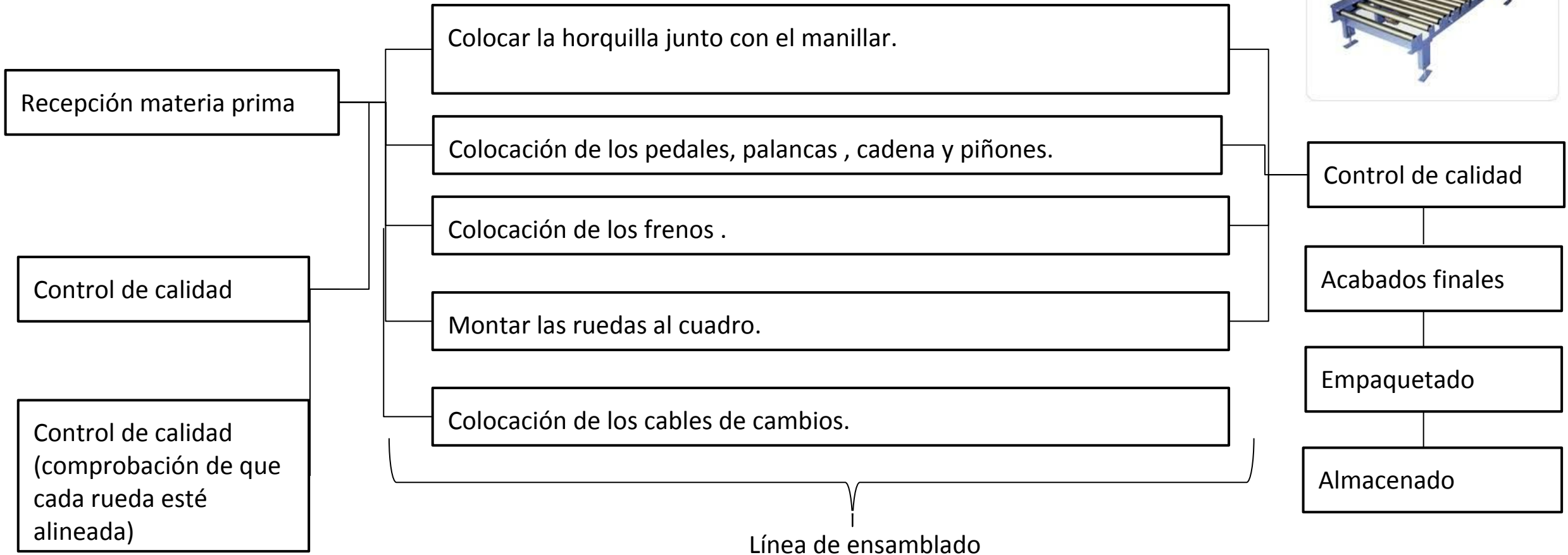


- ❑ Distinción por la simpleza y eficiencia en el diseño.
- ❑ Posicionado como gama media a un precio razonable en el mercado masivo.

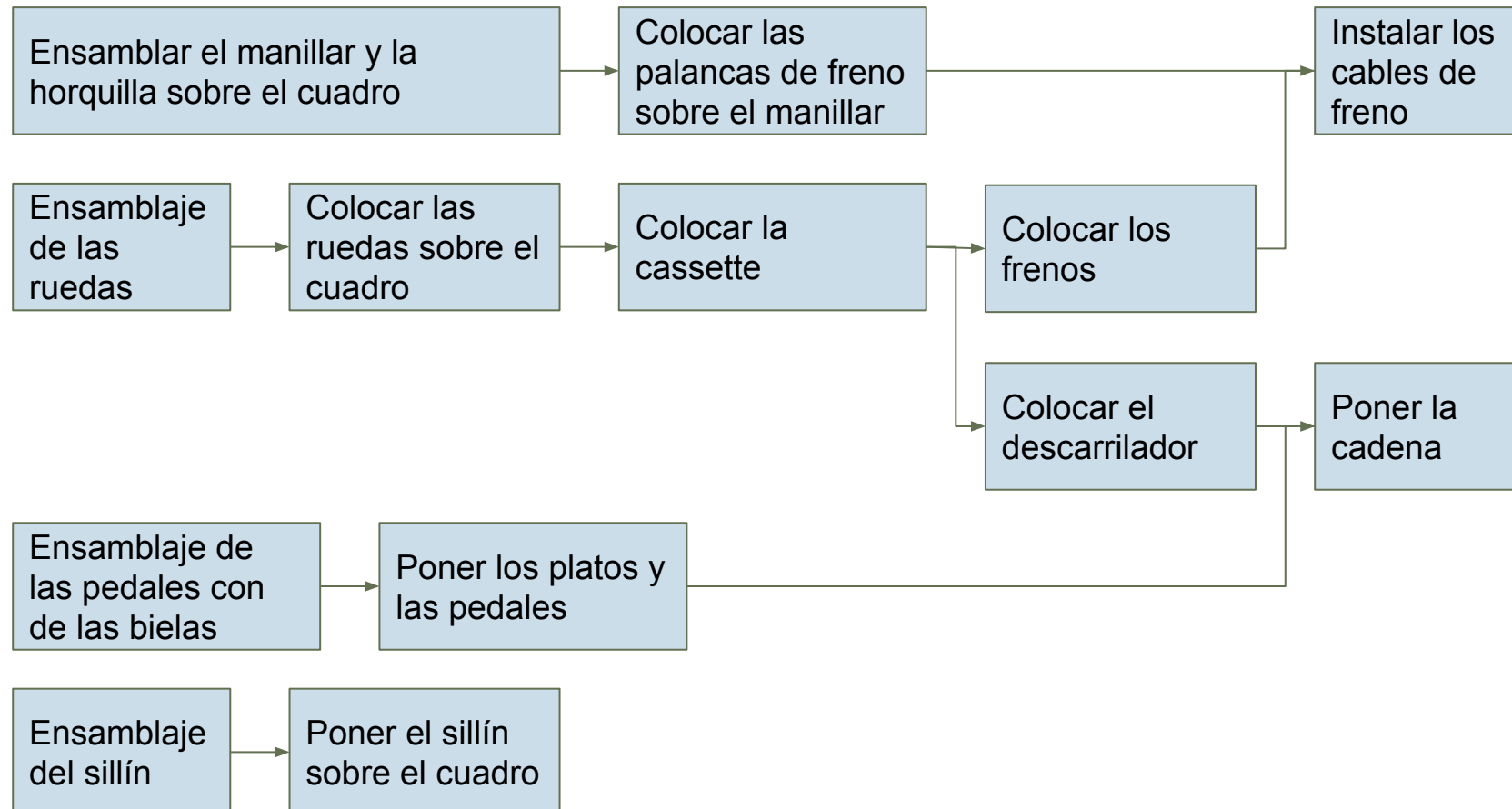
¿Cómo lo haremos?



Proceso productivo



Proceso Productivo



Materiales



Recursos

Materia prima

- Cuadro.
- Frenos de tambor.
- Piñones.
- Pedal.
- Biela.
- caja.
- Eje de pedalier.
- Sillín.
- Amortiguador.
- Tija del sillín.
- Abrazadera del sillín.
- Cierre rápido.
- Plato.
- Cables.
- Manillar.
- Cesta.
- Luces.
- Timbre.
- Ruedas.
- Tabla de presiones.
- Desviador delantero y trasero.
- Freno delantero y trasero.
- cables de acero para cambios y frenos.
- guardabarros.
- Cadena.
- tornillos, tuercas arandelas.

Recursos materiales.

Maquinaria/Material

- Máquina comprobación alineación ruedas.
- Carros almacenaje ruedas.
- Carros almacenaje bicicletas.
- Estantes.
- Carros almacenaje componentes.
- Transportador fijo con línea de rodillos..
- Carretilla elevadora.
- Herramientas (llaves, destornilladores, etc).
- Compresor de soldadura.
- compresor de aire.

Recursos Humanos

Personal

- Director x 9
- Operarios herramientas x 23
- Operarios transportistas x 7
- Ingeniero mecánico x 1
- Técnico de calidad x 10
- Ingeniero materiales x 1
- Community Manager x 1
- Mercadólogos x 2
- Administrativo x 7
- Gestor financiero x 7
- Comerciales x 8

Departamentos representativos

Producción y logística.

Marketing y ventas.

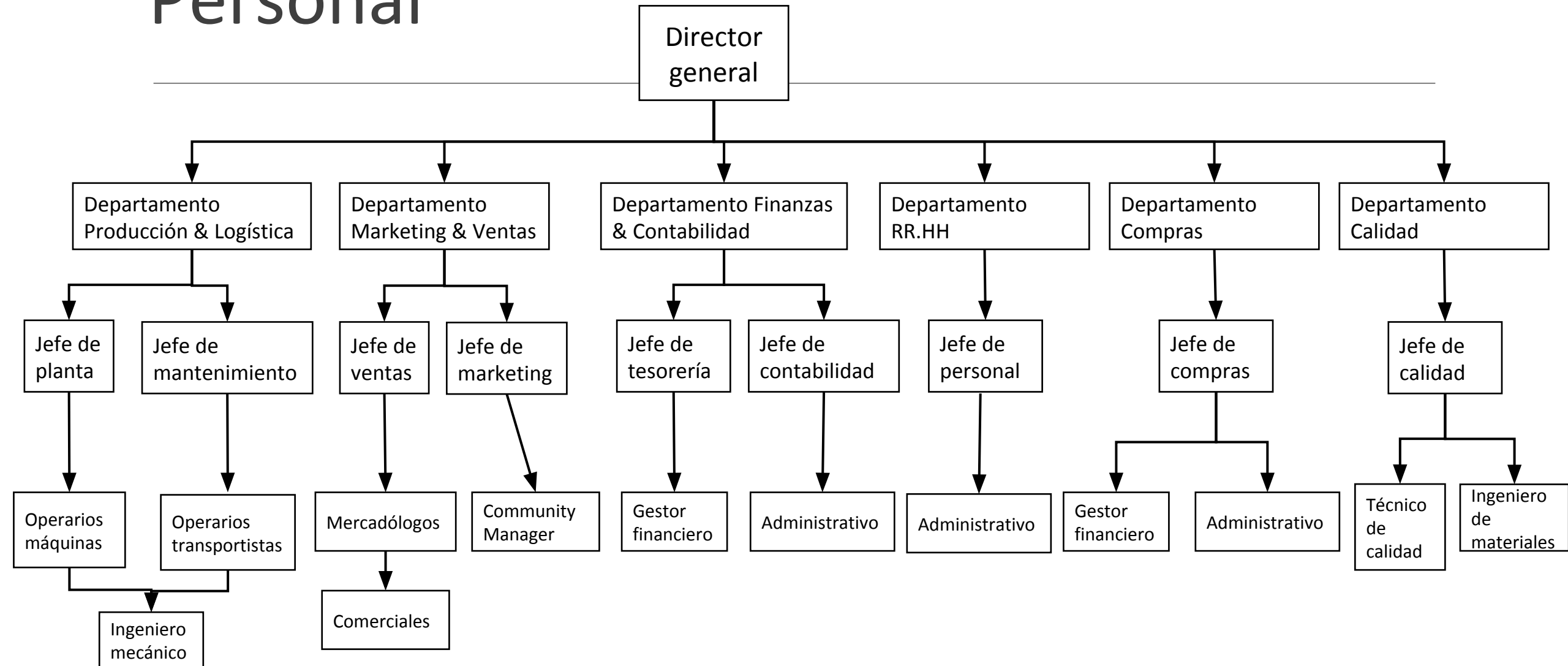
Finanzas y contabilidad.

RR.HH.

Compras.

Calidad.

Personal



Órganos de representación

El órgano representativo de nuestra empresa está constituido por los siguientes integrantes:

- Gerente general.
- Gerente comercial.
- Jefe de producción.
- Gerente de asuntos legales.
- Gerente administrativo.
- Gerente financiero.



Competencia y Precio

- Nos enfrentamos a **grandes fabricantes** de bicicletas.
- La competencia más fuerte que tenemos viene de **Norteamérica** (Specialized y Trek), **marcas muy especializadas** y de gran reputación.
- Aunque somos una **empresa pequeña** y no podemos competir en precio, tenemos la ventaja de **fabricar en Barcelona** y ahorrar costes de transporte.
- Los precios de nuestros modelos serán **variables**, dependiendo del momento y las posibles promociones.

Gamas y precios



De carretera

800€ - 1500€



Fixie

100€ - 200€



Playera

350€ - 450€



Montaña

600€ - 1000€

Previsión de ventas



De carretera

~2900 unidades



Fixie

~2300 unidades



Playera

~2300 unidades



Montaña

~25 145 unidades

Normativa

ISO 9001:2015: Sistemas de gestión de la calidad.

ISO 14001:2015: Sistemas de gestión medioambiental (Estándares de Gestión Medioambiental en entornos de producción).

OHSAS 18001:2007: Gestión de la salud y de la seguridad al trabajo.

Real Decreto 2406/1985: Esta homologación la otorga el ministerio, tras comprobarse que se cumplen los requisitos técnicos y de documentación del Real Decreto. Es necesaria para que la bicicleta circule legalmente por la calle.



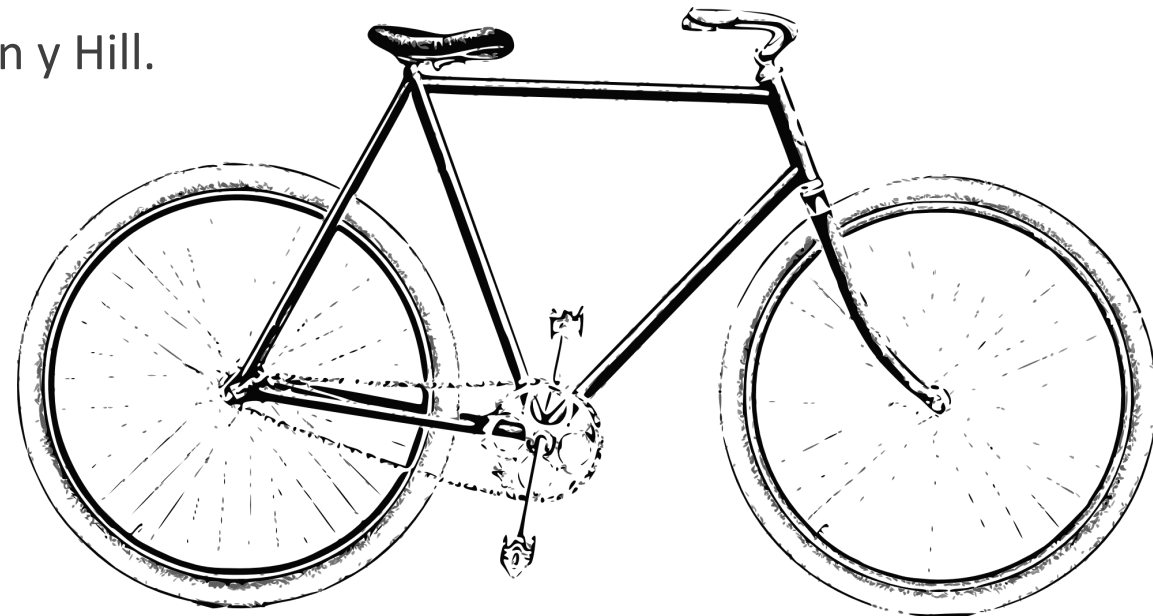
BC2: Reparto del Poder

MODELOS Y HERRAMIENTAS DE DECISIÓN

Alex Erdfarb
Antoine Balmes
Gemma Alfocea Roig
Lluís Bolívar López
Víctor Sánchez Olmos

BC2: Reparto del poder

- Creación de un Consejo de decisión con 12 puestos.
- Consideramos que lo más justo es que haya una persona representativa de cada departamento de la empresa.
- Probamos con Hamilton, Adams, Jefferson, Dean y Hill.



Método Hamilton

HAMILTON	Directora	Dep Prod & Logistics	Dep Mark & Ventas	Dep Finanzas & Conta	Dep RRHH	Dep Compras	Dep Calidad	Global
Personas	9,00	31,00	11,00	7,00	2,00	5,00	11,00	76,00
Cuota	1,42	4,89	1,74	1,11	0,32	0,79	1,74	12,00
Entero	1,00	4,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	8,00
Fracción	0,42	0,89	0,74	0,11	0,32	0,79	0,74	4,00
Redondeo		1,00	1,00			1,00	1,00	4,00
Reparto	1,00	5,00	2,00	1,00	0,00	1,00	2,00	12,00
Personas/Esc	9,00	6,20	5,50	7,00		5,00	5,50	

Método Adams

ADAMS	qi	0	1	2	3	4	5	Tot
Dep Prod & Logistics	4,89	∞	4,89	2,45	1,63	1,22	0,98	4,00
Dep Mark & Ventas	1,74	∞	1,74	0,87	0,58	0,43	0,35	2,00
Dep Calidad	1,74	∞	1,74	0,87	0,58	0,43	0,35	2,00
Directora	1,42	∞	1,42	0,71	0,47	0,36	0,28	1,00
Dep Finanzas & Conta	1,11	∞	1,11	0,55	0,37	0,28	0,22	1,00
Dep Compras	0,79	∞	0,79	0,39	0,26	0,20	0,16	1,00
Dep RRHH	0,32	∞	0,32	0,16	0,11	0,08	0,06	1,00

Método Jefferson

Jefferson	qi		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Dep Prod & Logistics	4,89		2,45	1,63	1,22	0,98	0,82	0,70	0,61	0,54	7,00
Dep Mark & Ventas	1,74		0,87	0,58	0,43	0,35	0,29	0,25	0,22		2,00
Dep Calidad	1,74		0,87	0,58	0,43	0,35	0,29	0,25	0,22		2,00
Directora	1,42		0,71	0,47	0,36	0,28	0,24	0,20	0,18		1,00
Dep Finanzas & Conta	1,11		0,55	0,37	0,28	0,22	0,18	0,16	0,14		
Dep Compras	0,79		0,39	0,26	0,20	0,16	0,13	0,11	0,10		
Dep RRHH	0,32		0,16	0,11	0,08	0,06	0,05	0,05	0,04		

Método Dean

DEAN	xi	0	1	2	3	Total
	qi di		1,33	2,40	3,43	
Dep Prod & Logistics	4,89	∞	3,67	2,04	1,43	4,00
Dep Mark & Ventas	1,74	∞	1,30	0,72	0,51	2,00
Dep Calidad	1,74	∞	1,30	0,72	0,51	2,00
Directora	1,42	∞	1,07	0,59	0,41	1,00
Dep Finanzas & Conta	1,11	∞	0,83	0,46	0,32	1,00
Dep Compras	0,79	∞	0,59	0,33	0,23	1,00
Dep RRHH	0,32	∞	0,24	0,13	0,09	1,00

Método Hill

HILL	xi	0	1	2	3	Total
	qi	0,00	1,41	2,45	3,46	
Dep Prod & Logistics	4,89	∞	3,46	2,00	1,41	4,00
Dep Mark & Ventas	1,74	∞	1,23	0,71	0,50	2,00
Dep Calidad	1,74	∞	1,23	0,71	0,50	2,00
Directora	1,42	∞	1,00	0,58	0,41	1,00
Dep Finanzas & Conta	1,11	∞	0,78	0,45	0,32	1,00
Dep Compras	0,79	∞	0,56	0,32	0,23	1,00
Dep RRHH	0,32	∞	0,22	0,13	0,09	1,00

Reparto del nuevo consejo

	Hamilton	Adams	Jefferson	Dean	Hill
Dep Prod & Logistics	5	4	7	4	4
Dep Mark & Ventas	2	2	2	2	2
Dep Calidad	2	2	2	2	2
Directora	1	1	1	1	1
Dep Finanzas & Conta	1	1	0	1	1
Dep Compras	1	1	0	1	1
Dep RRHH	0	1	0	1	1

Reparto del nuevo consejo

Tanto Hamilton como Jefferson no cumplen con nuestro requisito de tener como mínimo 1 persona representante de cada departamento.

Los otros 3 métodos nos proporcionan exactamente el mismo reparto, que creemos que es el óptimo en nuestro caso.

Dep Prod & Logistics	4
Dep Mark & Ventas	2
Dep Calidad	2
Directora	1
Dep Finanzas & Conta	1
Dep Compras	1
Dep RRHH	1



BC3: Decisiones posibles

MODELOS Y HERRAMIENTAS DE DECISIÓN

Alex Erdfarb
Antoine Balmes
Gemma Alfocea Roig
Lluís Bolívar López
Víctor Sánchez Olmos

BC3: Decisiones posibles

Planteamos diferentes opciones de futuro para la empresa:

- a1=Seguir con los recursos ya existentes.
- a2=Abrir una nueva planta de producción de bicicletas.
- a3=Asociarse a un competidor para ampliar las posibilidades de crecimiento.
- a4=Efectuar una campaña de publicidad para promover nuestras bicicletas.

Como no se pueden efectuar las cuatro opciones a la vez, hemos querido aplicar el método de las reglas de decisión. Para ello, hemos planteado cuatro estados de la naturaleza: Bonanza, Crecimiento leve, Estable y Recesión, que corresponde a los posibles escenarios que pueden ocurrir. A estos estados se se les ha asignado valores de utilidad.

a_i = acciones

Tabla de ganancias

A continuación se muestra la tabla de ganancias de los cuatro escenarios posibles. Cuando el coeficiente sea mayor, mayor será el beneficio para la empresa. En este caso, el coeficiente de utilidad se limita entre 0 y 100.

U (Acciones/ Escenarios)	Bonanza	Creecimiento leve	Estable	Recesión
Recursos actuales	50	45	70	20
Nueva planta	75	65	25	80
Asociarse a un competidor	100	70	60	30
Publicidad	70	80	50	50

Tabla 1. Tabla de ganancias.

Mejor escenario

Se aplicarán diferentes métodos para determinar qué escenario es el que conviene más a la empresa, cuál es el que da mejores resultados. A continuación se muestran los métodos de resolución a aplicar:

- Universo determinista. Ganancias.
- Universo determinista. Frustraciones.
- Universo incierto - Decisor de Wald (Pesimista) - Ganancias.
- Universo Incierto - Decisor de Savage (Pesimista) - Frustraciones.
- Universo Incierto - Decisor de Plunger (Optimista) - Ganancias.
- Universo incierto - Decisor de Hurwicz (Realista) - Ganancias.
- Universo incierto - Decisor de Laplace (Razón insuficiente) - Ganancias.
- Universo incierto - Decisor de Laplace (Razón insuficiente) - Frustraciones.

Universo determinista. Ganancias

Se conoce el estado de la naturaleza que se va a dar. Para cada estado se selecciona la **acción que ofrece máxima ganancia**. A través de un comité de apoyo se sabe cuál va a ser el resultado que se va a dar.

U (Acciones/ Escenarios)	Bonanza	Creecimiento leve	Estable	Recesión	$f_i(a_i)$
Recursos actuales	50	45	70	20	70
Nueva planta	75	65	25	80	80
Asociarse a un competidor	100	70	60	30	100
Publicidad	70	80	50	50	80
max	100	80	70	80	100

Acción óptima:

$$a^*(s_j) = \operatorname{argmax}_{a_i \in A} (u_{i,j}) \quad \forall s_j \in S,$$

$$f_i(a_i) = \max_{s_j \in S} (u_{i,j}) \quad \forall a_i \in A$$

Tabla 2. Universo determinista. Ganancias.

Universo determinista. Frustraciones

Se conoce el estado de la naturaleza que se va a dar. Para cada estado se selecciona la **acción** que ofrece mínima frustración.

U (Acciones/ Escenarios)	Bonanza	Creecimiento leve	Estable	Recesión	$f_i(a_i)$
Recursos actuales	50	45	70	20	70
Nueva planta	75	65	25	80	80
Asociarse a un competidor	100	70	60	30	100
Publicidad	70	80	50	50	80
max	100	80	70	80	100

U (Acciones/ Escenarios)	Bonanza	Creecimiento leve	Estable	Recesión	$f_i(a_i)$
Recursos actuales	50	35	0	60	0
Nueva planta	25	15	45	0	0
Asociarse a un competidor	0	10	10	50	0
Publicidad	30	0	20	30	0
min	0	0	0	0	0

Tabla 3. Universo determinista. Frustraciones.

Frustración:

$$v_{i,j} = \max_{a_i \in A} (u_{i,j}) - u_{i,j} \quad \forall i, j$$

Acción óptima:

$$a^*(s_j) = \operatorname{argmin}_{a_i \in A} (v_{i,j}) \quad \forall s_j \in S,$$

$$f_i(a_i) = \min_{s_j \in S} (v_{i,j}) \quad \forall a_i \in A$$


Universo incierto - Decisor de Wald (Pesimista) - Ganancias

Hipótesis pesimista: Para toda acción, se dará el estado de la naturaleza que ofrece **la mínima utilidad al decisor**. Se elige la acción que **maximiza la utilidad mínima (maximin)**. (Pesimismo absoluto).

U (Acciones/ Escenarios)	Bonanza	Creecimiento leve	Estable	Recesión	$f_i(a_i)$
Recursos actuales	50	45	70	20	20
Nueva planta	75	65	25	80	25
Asociarse a un competidor	100	70	60	30	30
Publicidad	70	80	50	50	50
max	100	80	70	80	50

Tabla 4. Universo incierto. Decisor de Wald.

Función objetivo:

$$\max_{a_i \in A} f(\vec{a}, \vec{s}) = \max_{a_i \in A} \left\{ \min_{s_j \in S} (u_{i,j}) \right\}$$


Universo Incierto - Decisor de Savage (Pesimista) - Frustraciones

Hipótesis pesimista: Para toda acción, se dará el estado de la naturaleza que ofrece la máxima frustración al decisor. Se elige la acción que **minimiza la frustración máxima (minimax)**.

U (Acciones/ Escenarios)	Bonanza	Creecimiento leve	Estable	Recesión	$f_i(a_i)$
Recursos actuales	50	35	0	60	60
Nueva planta	25	15	45	0	45
Asociarse a un competidor	0	10	10	50	50
Publicidad	30	0	20	30	30
min	0	0	0	0	30

Tabla 5. Universo incierto. Decisor de Savage.

Función objetivo:

$$\min f(\vec{a}, \vec{s}) = \min_{a_i \in A} \left\{ \max_{s_j \in S} (v_{i,j}) \right\}$$



Universo Incierto - Decisor de Plunger (Optimista) - Ganancias

Hipótesis optimista: Para toda acción, se dará el estado de la naturaleza que ofrece la máxima utilidad al decisor. Se elige la acción que **maximiza la utilidad máxima (maxmax)**.

U (Acciones/ Escenarios)	Bonanza	Creecimiento leve	Estable	Recesión	$f_i(a_i)$
Recursos actuales	50	45	70	20	70
Nueva planta	75	65	25	80	80
Asociarse a un competidor	100	70	60	30	100
Publicidad	70	80	50	50	80
max	100	80	70	80	100

Tabla 6. Universo incierto. Decisor de Plunger.

Función objetivo:

$$\max_{a_i \in A} f(\vec{a}, \vec{s}) = \max_{a_i \in A} \left\{ \max_{s_j \in S} (u_{i,j}) \right\}$$



Universo incierto - Decisor de Hurwicz (Realista) - Ganancias

Hipótesis realista: Para toda acción, se darán tanto el peor como el mejor estado de la naturaleza para el decisor con ciertas frecuencias. Se elige la acción que **maximiza la utilidad ponderada**.

U (Acciones/ Escenarios)	Wald	Plunger	$f_i(\alpha = 0.2)$	$f_i(\alpha = 0.5)$	$f_i(\alpha = 0.8)$
Recursos actuales	20	70	18	45	28,4
Nueva planta	25	80	21	52,5	36
Asociarse a un competidor	30	100	26	65	44
Publicidad	50	80	26	65	36,8
max	50	100	26	65	44

Tabla 7. Universo incierto. Decisor de Hurwicz.

α Coeficiente asociado a la percepción pesimista ($0 \leq \alpha \leq 1$)

Universo incierto - Decisor de Laplace (Razón insuficiente) - Ganancias

Hipótesis racionalista: No hay razón suficiente para concluir que no puede tener lugar cualquier estado de la naturaleza. Se elige la acción que **maximiza la utilidad acumulada**.

$$(50+45+70+20) / 4 = 46,25$$

U (Acciones/ Escenarios)	Bonanza	Creecimiento leve	Estable	Recesión	$f_i(a_i)$
Recursos actuales	50	45	70	20	46,25
Nueva planta	75	65	25	80	61,25
Asociarse a un competidor	100	70	60	30	65
Publicidad	70	80	50	50	62,5
max	100	80	70	80	65

Tabla 8. Universo incierto. Decisor de Laplace. Ganancias.

Se escoge el máximo

Universo incierto - Decisor de Laplace (Razón insuficiente) - Frustraciones

Hipótesis racionalista: No hay razón suficiente para concluir que no puede tener lugar cualquier estado de la naturaleza. Se elige la acción que **minimiza la frustración acumulada**.

$$(50+35+0+60) / 4 = 36,25$$

U (Acciones/ Escenarios)	Bonanza	Creecimiento leve	Estable	Recesión	$f_i(a_i)$
Recursos actuales	50	35	0	60	36,25
Nueva planta	25	15	45	0	21,25
Asociarse a un competidor	0	10	10	50	17,5
Publicidad	30	0	20	30	20
min	0	0	0	0	17,5

Tabla 9. Universo incierto. Decisor de Laplace. Frustraciones.

Se escoge el mínimo

Resumen - Acciones según decisor en Incertidumbre:

Estos son los resultados según los diferentes **métodos utilizados**, en los que podemos ver como las acciones que dan mejores resultados son: **asociarse a un competidor para ampliar las posibilidades de crecimiento y efectuar una campaña de publicidad para promover nuestras bicicletas**. En función de lo que sea mejor para la empresa en un futuro se escogerá una de las opciones. Más adelante se escogerá el método decisor.

DECISOR	ACCIÓN	UTILIDAD	FRUSTRACIÓN
WALD	a4	50	-
SAVAGE	a4	-	30
PLUNGER	a3	100	-
HURWICZ (0.2)	a3	26	-
HURWICZ (0.5)	a3	65	-
HURWICZ (0.8)	a3	44	-
LAPLACE (U)	a3	65	-
LAPLACE (V)	a3	-	17,5

- a3=Asociarse a un competidor para ampliar las posibilidades de crecimiento.
- a4=Efectuar una campaña de publicidad para promover nuestras bicicletas.

Tabla 10. Resumen acciones.



BC4: Análisis de decisiones

MODELOS Y HERRAMIENTAS DE DECISIÓN

Alex Erdfarb
Antoine Balmes
Gemma Alfocea Roig
Lluís Bolívar López
Víctor Sánchez Olmos

BC4 Análisis de decisiones:

Tipos de cuadros

Tenemos 4 tipos de cuadros diferentes:

- Carretera
- Fixie
- Montaña
- Playera

Los cuadros llegan a nuestra fábrica en lotes de 50 cuadros cada uno y de un solo tipo.

Para ello contamos, actualmente, con 3 proveedores distintos.

Proveedores

Proveedor S1: Es el proveedor **habitual**. Sus componentes son de buena calidad, entregan siempre a tiempo y tenemos una muy buena relación con ellos.

Proveedor S2: Proveedor de **emergencia**. Se contacta con ellos en situaciones de máxima urgencia ya que tienen un almacén cerca de Barcelona y el periodo de entrega es pequeño.

Proveedor S3: Proveedor **ocasional**. En contadas ocasiones se ha contratado a este tercer proveedor. No suele ser una buena opción recurrir a ellos.

Presentación del problema

	Acciones Posibles	Estados de la naturaleza	Componentes defectuosos	Probabilidad (P(S))	Ganancias (um)
Opción 1 (a1)	Lanzamiento del lote	Orígen S1	10%	33%	1000
		Orígen S2	30%	33%	5000
		Orígen S3	50%	33%	-7500
Opción 2 (a2)	Rechazo del lote				-1000

Tabla 4.1. Tabla de ganancias

Bayes sin experimentación

p(S)	0,33	0,33	0,33	1
U(a,s)	s1	s2	s3	fi(ai)
a1: Lanzar	10000	5000	-7500	2500
a2: Rechazar	-1000	-1000	-1000	-1000
UIP	10000	5000	-1000	4667

Tabla 4.2. Frustraciones acción-estado y probabilidades a priori de los estados de la naturaleza sobre la valoración del lanzamiento

Utilidad esperada con información perfecta: 4667 um

Utilidad esperada sin experimentación: 2500 um

Coste de la información perfecta para este caso: $4667 - 2500 = 2167$ um

Bayes con experimentación - probabilidades

$p(S)$	0,33	0,33	0,33	1
$p(X/S)$	s1	s2	s3	$p(X)$
Correcto	90%	70%	50%	0,7
Defecto	10%	30%	50%	0,3

$p(X)$	0,7	0,3	1
$p(S/X)$	Correcto	Defecto	$p(S)$
s1	0,429	0,111	0,33
s2	0,333	0,333	0,33
s3	0,238	0,556	0,33

Tabla 4.3:
Probabilidades
condicionales y
marginales sobre el
lanzamiento a línea de
lote de componentes.

Bayes con experimentación - Utilidades

$p(S/X1)$	0,429	0,333	0,238	1,0
$p(X/S)$	s1	s2	s3	$p(X)$
a1: Lanzar	10000	5000	-7500	4166,67
a2: Rechazar	-1000	-1000	-1000	-1000

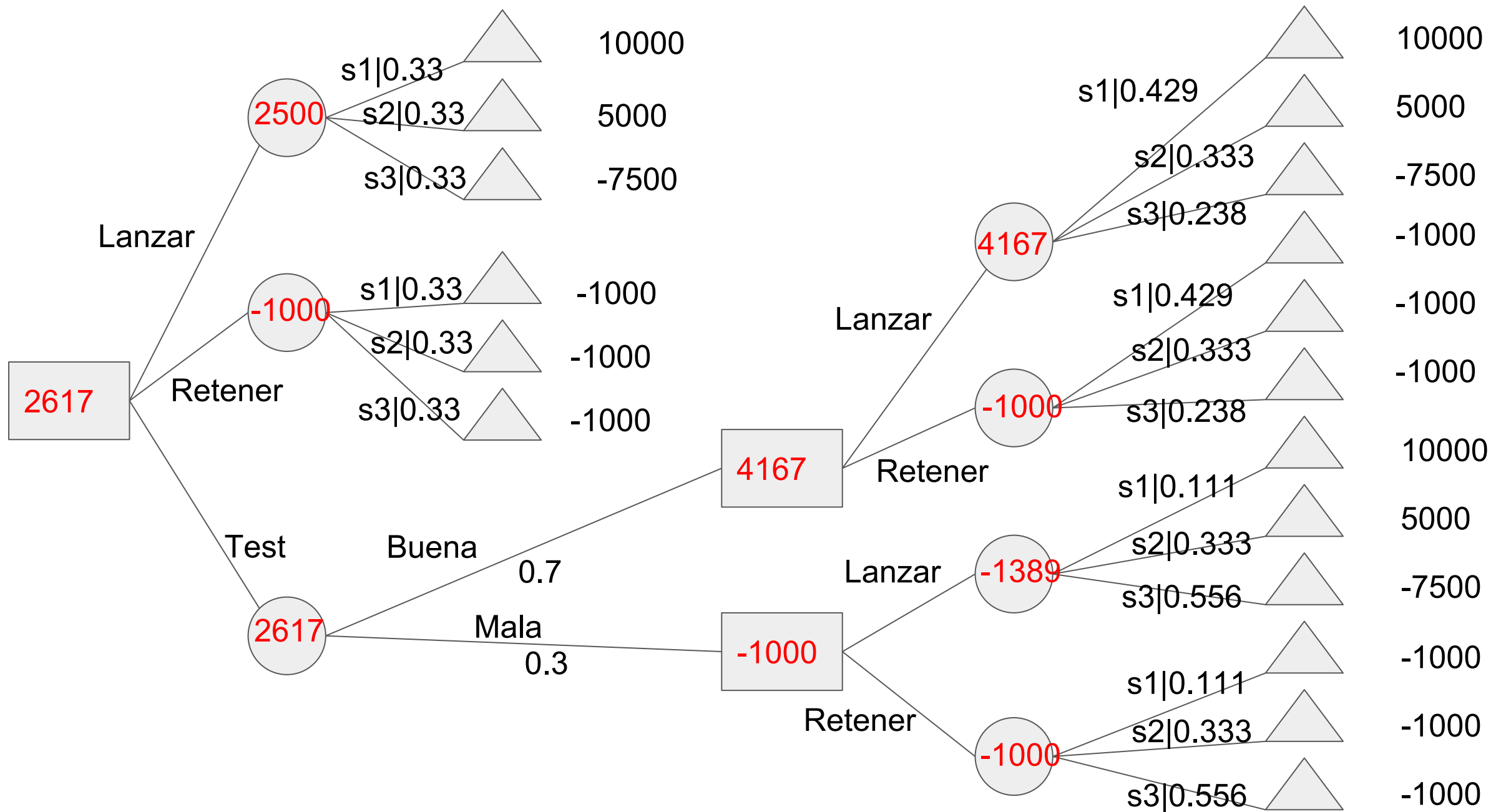
Utilidad esperada con experimentación : 2617 um

Coste de la experimentación:
2617 - 2500 = 117 um

Tabla 4.4. Mejor acción bayesiana a posteriori si el resultado del experimento es componente correcto

$p(S/X2)$	0,111	0,333	0,556	1
$p(X/S)$	s1	s2	s3	$p(X)$
a1: Lanzar	10000	5000	-7500	-1389
a2: Rechazar	-1000	-1000	-1000	-1000

Tabla 4.5. Mejor acción bayesiana a posteriori si el resultado del experimento es componente con defecto



CONCLUSIONES

A partir del árbol de decisión podemos ver que la mejor opción es **hacer el testeo**.

Porque obtenemos más información.

Minimizamos riesgos a la hora de tomar la decisión.

El coste de 117 um es asequible teniendo en cuenta lo que podemos perder.



BC5: PROYECTO BICICLETAS

MODELOS Y HERRAMIENTAS DE DECISIÓN

Alex Erdfarb
Antoine Balmes
Gemma Alfocea Roig
Lluís Bolívar López
Víctor Sánchez Olmos

Juego de Suma y Cero

ENUNCIADO:

Imagine un competidor. Describa un juego de Suma 0. Defina sus estrategias puras y las de su competidor. Asigne valores a su tabla de pagos. Determine su estrategia maximin y la minimax de su competidor, considerando que puede haber punto de silla.

Se plantea un juego de suma cero:

- a) El juego se realizará con el mayor competidor muy similar a nuestra empresa.
- b) Se analizarán las diversas estrategias de promoción que podemos hacer en nuestra empresa comparándolas con las que puede hacer nuestro competidor
- c) Se compararán los incrementos o descensos de las ventas de nuestra empresa según las estrategias que realice cada empresa.

Juego de Suma y Cero: Planteamiento escenario

Dos compañías de bicicletas (J1 y J2) están a punto de lanzar una nueva línea de bicicletas de montaña (con freno hidráulico) en la ciudad de Barcelona . Las compañías harán una campaña publicitaria en los próximos 3 meses para captar mayor parte del mercado (entre ambos se reparten una previsión de ventas de 3000 bicicletas de este tipo al mes). Los miles de clientes (suma 0) que J1 puede ganar a J2, en función de las estrategias de ambos jugadores, se recogen en la siguiente tabla.

Jugador 1				
	s1	s2	s3	s4
e1	-3	5	6	7
e2	4	-3	8	10
e3	-5	-7	2	3
e4	-10	-11	5	6

Juego de Suma y Cero: Estrategias

Un propósito fundamental de nuestro negocio es aumentar las ventas, ganar clientes y mejorar nuestra posición en el mercado, es decir, hacer mejor las cosas con respecto a la competencia. Para lograrlo, hay que diseñar **estrategias** que permitan que más personas se conviertan en clientes y, mejor aún, en clientes frecuentes. Para ello planteamos 4 medios de promoción:

Nuestra empresa

e1: Promoción TV

e2: Promoción INTERNET

e3: Promoción CARTELES

e4: Promoción VOLANTES.

Nuestro Competidor

s1: Promoción TV

s2: Promoción INTERNET

s3: Promoción CARTELES

s4: Promoción VOLANTES.

TV: Anuncios en distintos canales de television.

Internet: Redes sociales, blogs, páginas web.

Carteles: Anuncios en rutas de usuarios, competiciones de ciclismo amateur, encuentros y ferias..

Volantes: Flyer para lanzamiento de ofertas.

Juego de Suma y Cero: Dominancias J1.

Se buscan las dominancias que pueda haber y si se puede encontrar un punto de silla para nuestra empresa.

Jugador 1				
	s1	s2	s3	s4
e1	-3	5	6	7
e2	4	-3	8	10
e3	-5	-7	2	3
e4	-10	-11	5	6

Tabla de pagos. Dominâncias J1: estratégia e1 domina a estratégia e3 y e4. Se suprime e3 y e4.

Juego de Suma y Cero: Dominancias J2.

Se buscan las dominancias que pueda haber para nuestro competidor

Jugador 1				
	s1	s2	s3	s4
e1	-3	5	6	7
e2	4	-3	8	10
e3	-5	-7	2	3
e4	-10	-11	5	6

Dominancias J2: estrategia s1 domina a estrategia s3 Y s4. Se suprime s3 y s4.

Juego de Suma Cero: Criterio max min / min max

Una vez hemos eliminado las estrategias dominadas, aplicamos el criterio **max min (J1) / min max (J2)** para estudiar cuáles son las acciones donde cada empresa pueda minimizar su máxima pérdida.

Como podemos ver del apartado anterior, las estrategias que se mantienen son la e1 y s1 que corresponden a la Promoción de TV, y e2 y s2 que corresponde a la promoción de INTERNET.

Jugador 1			
	s1	s2	MIN
e1	-3	5	-3
e2	4	-3	-3
MAX	4	5	

← max min

← max min

↑ min max

↑ min max

NO HAY PUNTO DE SILLA

MAX MIN (Nuestra empresa)
MIN MAX (Empresa competidora)



BC6: Juego de Suma--0 sin punto de silla

Mejor estrategia mixta

MODELOS Y HERRAMIENTAS DE DECISIÓN

Alex Erdfarb
Antoine Balmes
Gemma Alfocea Roig
Lluís Bolívar López
Víctor Sánchez Olmos

Juego de Suma Cero: Planteamiento escenario

Dos compañías de bicicletas (J1: nuestra empresa y J2: empresa competidora) estamos a punto de **lanzar una nueva línea de bicicletas** de montaña (con freno hidráulico) en la ciudad de Barcelona.

Las dos compañías haremos una **campaña publicitaria en los próximos 3 meses** para captar mayor parte del mercado (entre ambos se reparten una previsión de ventas de 3000 bicicletas de este tipo al mes).

Juego de Suma Cero: Estrategias

Un propósito fundamental de nuestro negocio es aumentar las ventas, ganar clientes y mejorar nuestra posición en el mercado, es decir, hacer mejor las cosas con respecto a la competencia. Para lograrlo, hay que diseñar **estrategias** que permitan que más personas se conviertan en clientes y, mejor aún, en clientes frecuentes. Para ello planteamos 4 medios de promoción:

Nuestra empresa	Nuestro Competidor
e1: Promoción TV.	s1: Promoción TV.
e2: Promoción INTERNET.	s2: Promoción INTERNET.
e3: Promoción CARTELES.	s3: Promoción CARTELES.
e4: Promoción VOLANTES.	s4: Promoción VOLANTES.

TV: Anuncios en distintos canales de televisión.

Internet: Redes sociales, blogs, páginas web.

Carteles: Anuncios en rutas de usuarios, competiciones de ciclismo amateur, encuentros y **ferias**, etc.

Volantes: Flyer para lanzamiento de ofertas.

Juego de Suma Cero: Estrategias (II)

Como se trata de un juego de suma 0, la **máxima ganancia de J1: nuestra empresa supone la máxima pérdida de J2: empresa competidora.**

Se muestra la tabla con las ganancias (cientos de bicicletas) de nuestra empresa respecto a nuestro competidor comparando las diferentes estrategias de promoción:

Jugador 1				
	s1	s2	s3	s4
e1	-3	5	6	7
e2	4	-3	8	10
e3	-5	-7	2	3
e4	-10	-11	5	6

Tabla 1. Utilidades J1. Cientos de bicicletas que J1 captura a J2 en la campaña.

Juego de Suma Cero: Dominancias

Se buscan las dominancias que pueda haber y si se puede encontrar un punto de silla para nuestra empresa.

Jugador 1						
	s1	s2	s3	s4		
e1	-3	5	6	7		
e2	4	-3	8	10		
e3	-5	-7	2	3	1	
e4	-10	-11	5	6	2	
			3	4		

Tabla 2. Tabla de pagos.

dominancias de J1:

1. La estrategia e1 domina a estrategia e3:

$-3 > -5$, $5 > -7$, $6 > 2$, $7 > 3$ -> Se suprime e3

2. La estrategia e1 domina a estrategia e4:

$-3 > -10$, $5 > -11$, $6 > 5$, $7 > 3$ -> Se suprime e4

dominancias de J2:

3. La estrategia s1 domina a estrategia s3:

$-3 < 6$, $4 < 8$ -> Se suprime s3

4. La estrategia s1 domina a estrategia s4:

$-3 < 7$, $4 < 10$ -> Se suprime s4

Juego de Suma Cero: Criterio max min / min max

Una vez hemos eliminado las estrategias dominadas, aplicamos el criterio **max min (J1) / min max (J2)** para estudiar cuáles son las acciones donde cada empresa pueda minimizar su máxima pérdida.

Como podemos ver del apartado anterior, las estrategias que se mantienen son la e1 y s1 que corresponden a la Promoción de TV, y e2 y s2 que corresponde a la promoción de INTERNET.

Jugador 1			
	s1	s2	MIN
e1	-3	5	-3
e2	4	-3	-3
MAX	4	5	

Tabla 3. max min /min max

← max min

← max min

↑ min max

↑ min max

MAX MIN (Nuestra empresa)
MIN MAX (Empresa competidora)

NO HAY PUNTO DE SILLA, por lo tanto acudiremos a **estrategias mixtas** para su resolución.

Tabla de pagos, resolución (I)

Jugador 1			
	s1	s2	MIN
e1	-3	5	-3
e2	4	-3	-3
MAX	4	5	

Se trata de una matriz con dimensión **2x2**, por lo tanto resolvemos a través de las **fórmulas**.

Estrategias mixtas óptimas J1:

$$x_1^* = \frac{a_{22} - a_{21}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}}$$

$$x_2^* = \frac{a_{11} - a_{12}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}}$$

$$V^* = \frac{a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}}$$

Estrategias mixtas óptimas J2:

$$y_1^* = \frac{a_{22} - a_{12}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}}$$

$$y_2^* = \frac{a_{11} - a_{21}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}}$$

$$\bar{V}^* = \frac{a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}}$$

Resultado:

$$x1^* = 7/15$$

$$x2^* = 8/15$$

$$V^* = 11/15 \approx 0,733$$

$$y1^* = 8/15$$

$$y2^* = 7/15$$

$$\bar{V}^* = 11/15 \approx 0,733$$

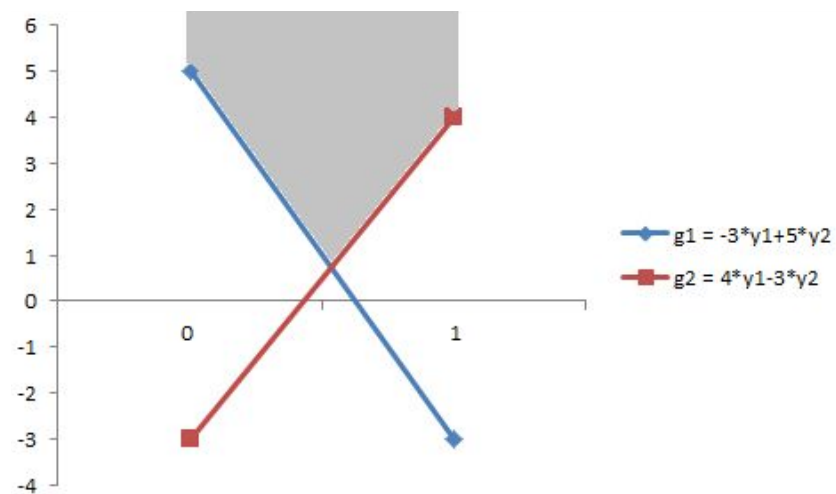
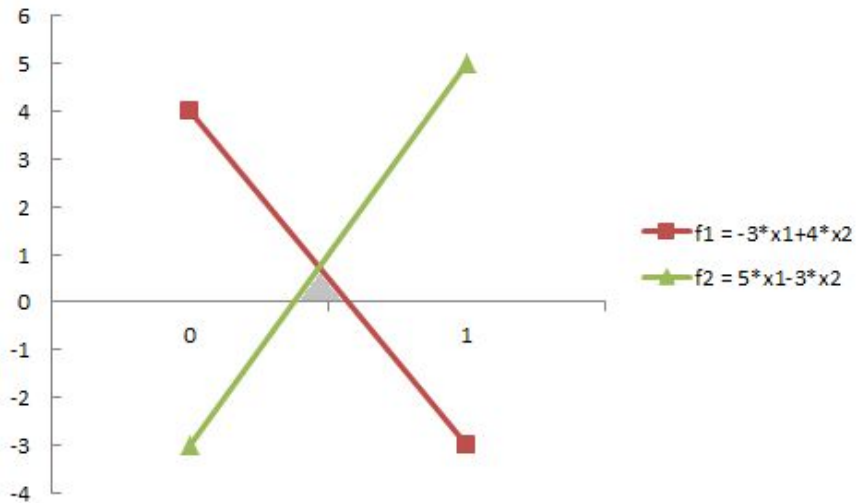
PARA J1: El J1 utilizará 7 veces TV (e1 y s1) de cada 15, y 8 en INTERNET (e2 y s2).

El **valor del juego** es de 0,733, por lo que con esta estrategia venderemos al menos 73,3 bicis más que J2.

PARA J2: J2 será lo contrario que J1.

El **valor de juego** es el mismo que para J1, de manera que el J2 venderá al menos 73,3 bicis más que J1, lo que significa que tienen las mismas condiciones.

Tabla de pagos, resolución (I)



Resultado:

$$x_1^* = 7/15$$

$$x_2^* = 8/15$$

$$V^* = 11/15 \approx 0,733$$

$$y_1^* = 8/15$$

$$y_2^* = 7/15$$

$$V^* = 11/15 \approx 0,733$$

PL J1: maxV

$$-3x_1 + 4x_2 \geq V$$

$$5x_1 - 3x_2 \geq V$$

$$x_1 + x_2 = 1$$

$$x_i \geq 0; i = 1,2$$

PL J2: minV

$$-3y_1 + 5y_2 \geq \tilde{V}$$

$$4y_1 - 3y_2 \geq \tilde{V}$$

$$y_1 + y_2 = 1$$

$$y_i \geq 0; i = 1,2$$

Para una **resolución más visual**, podemos observar mediante la **representación gráfica** como el **valor de juego** se encuentra en **0,733**.



BC7: PROYECTO BICICLETAS

MODELOS Y HERRAMIENTAS DE DECISIÓN

Alex Erdfarb
Antoine Balmes
Gemma Alfocea Roig
Lluís Bolívar López
Víctor Sánchez Olmos

Juego de Suma General

Se plantea un juego de **suma cero**:

- a) El juego se realizará con el mayor **competidor muy similar a nuestra empresa**.
- b) Se analizaran las diversas **estrategias de promoción** que podemos hacer en nuestra empresa comparándolas con las que puede hacer nuestro competidor
- c) Se compararan las **incremento o descenso de las ventas** de nuestra empresa según las estrategias que realice cada empresa.

Nuestra empresa	Nuestro Competidor
e1: Promoción TV	s1: Promoción TV
e2: Promoción INTERNET	s2: Promoción INTERNET

Tabla 7.1. Estrategias posibles



ESTRATEGIAS PURAS - Prudencial

Las empresas pueden tomar dos tipos de estrategia:

1) Prudencial: Estrategia conservadora en la que ambas empresas aseguran ganancias mínimas.

J1(J2)	s1	s2	min
e1	2(4)	5(3)	2
e2	6(2)	4(6)	4
min	2	3	

Tabla 7.2. Ganancias puras prudencial

PL (J1):

$$2 \cdot X_1 + 6 \cdot X_2 \geq V_1^*$$

$$5 \cdot X_1 + 4 \cdot X_2 \geq V_1^*$$

$$X_1 + X_2 = 1$$

PL (J2):

$$4Y_1 + 3Y_2 \geq V_2^*$$

$$2Y_1 + 6Y_2 \geq V_2^*$$

$$Y_1 + Y_2 = 1$$

- Si los dos utilizan estrategia prudencial:

$$V_1, V_2 = (4, 3)$$

No hay punto de silla

ESTRATEGIAS PURAS - Contraprudencial

2) Contraprudencial: Estrategia hostil en la que ambas empresas buscan limitar las ganancias del oponente.

J1(J2)	s1	s2	max
e1	2(4)	5(3)	4
e2	6(2)	4(6)	6
max	6	5	

Tabla 7.2. Ganancias puras contraprudencial

PL (J1):

$$4X_1 + 2X_2 \leq V_1^*$$

$$3X_1 + 6X_2 \leq V_1^*$$

$$X_1 + X_2 = 1$$

PL (J2):

$$2Y_1 + 5Y_2 \leq V_2^*$$

$$6Y_1 + 4Y_2 \leq V_2^*$$

$$Y_1 + Y_2 = 1$$

- Si los dos utilizan estrategia contraprudencial:

$$V_1, V_2 = (4, 4)$$

No hay punto de silla

Estrategias mixtas

Dado que se trata de una 2x2, se utilizarán las fórmulas:

Estrategias mixtas óptimas J1:

$$x_1^* = \frac{a_{22} - a_{21}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}}$$

$$x_2^* = \frac{a_{11} - a_{12}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}}$$

$$V^* = \frac{a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}}$$

Estrategias mixtas óptimas J2:

$$y_1^* = \frac{a_{22} - a_{12}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}}$$

$$y_2^* = \frac{a_{11} - a_{21}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}}$$

$$\tilde{V}^* = \frac{a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}}$$

PRUDENCIAL:

$$x_1 = 0,4 \quad y_1 = 0,6$$

$$x_2 = 0,6 \quad y_2 = 0,4$$

$$V_1 = 4,4; V_2 = 3,6$$

CONTRAPRUDENCIAL:

$$x_1 = 0,8 \quad y_1 = 0,2$$

$$x_2 = 0,2 \quad y_2 = 0,8$$

$$V_1 = 3,6; V_2 = 4,4$$

PAGOS LATERALES - Cooperacion

El Status Quo : $V1 = 3,6$; $V2 = 4,4$

J1(J2)	s1	s2	max
e1	2(4)	5(3)	4
e2	6(2)	4(6)	6
max	6	5	

Tabla7.2. Ganancias puras contrapрудencial

(e1,s1):

$$\Delta V1 = -1,6$$

$$\Delta V2 = -0,4$$

$$\Delta V12 = 0,6$$

Nuestro competitor nos da 0,6

(e1,s2):

$$\Delta V1 = 1,4$$

$$\Delta V2 = -1,4$$

$$\Delta V12 = 0$$

Damos 1,4 a nuestro competitor

(e2,s1):

$$\Delta V1 = 2,4$$

$$\Delta V2 = -2,4$$

$$\Delta V12 = 0$$

Damos 2,4 a nuestro competitor

(e2,s2):

$$\Delta V1 = 0,4$$

$$\Delta V2 = 1,6$$

$$\Delta V12 = 0,6$$

Nuestro competitor nos da 0,6

Tabla7.3. Intercambio de ganancia en funcion de la estrategias eligidas

ARBITRAJE NASH

$$\max \Gamma = (V_1 - V_1^{SQ_0})(V_2 - V_2^{SQ_0})$$

s.a:

$$V_2 = -3 \cdot V_1 + 18$$

$$V_1 \geq V_1^{SQ_0}$$

$$V_2 \geq V_2^{SQ_0}$$

Si SQ = (4.4;3.6)

$$V_1^* = 4.6 \Rightarrow \Delta V_1 = 0.2$$

$$V_2^* = 4.2 \Rightarrow \Delta V_2 = 0.6$$

J1 hace e1 60% del tiempo

J1 hace e2 40% del tiempo

J2 hace solo s2

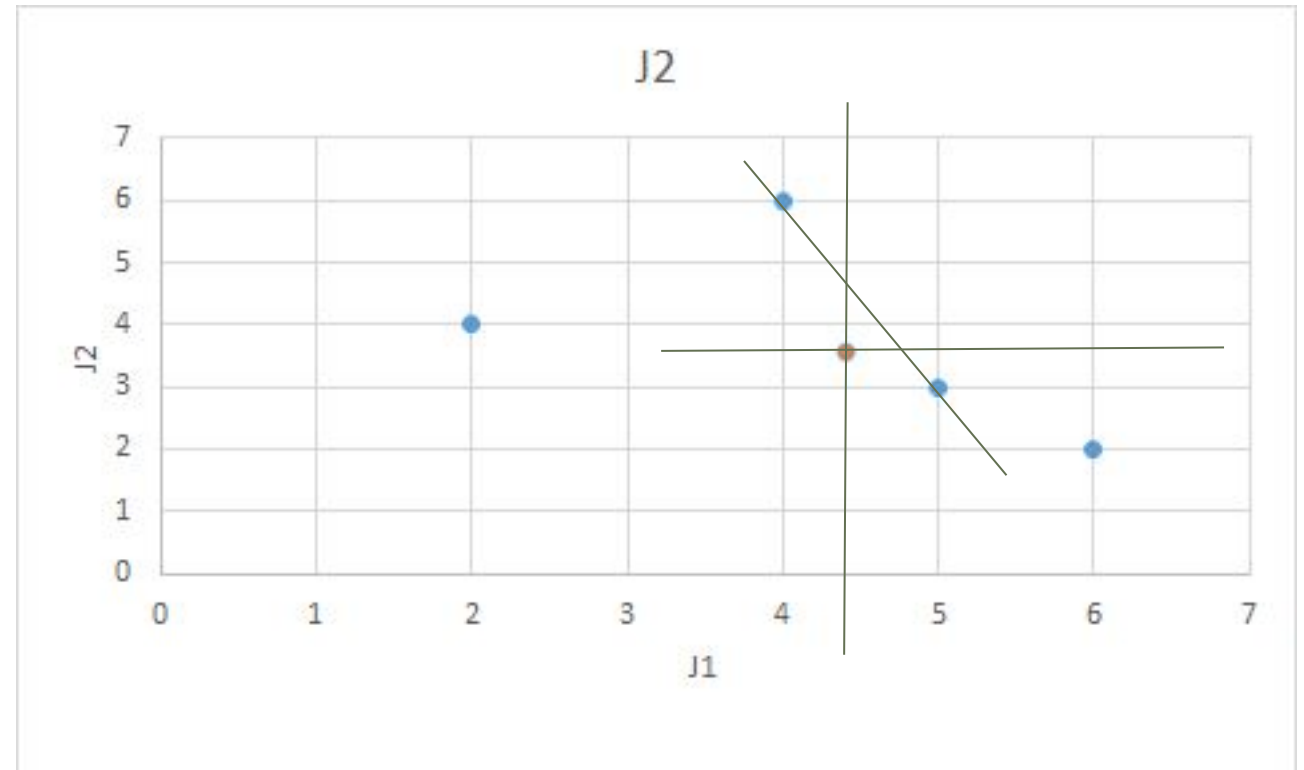


Diagrama 7.1. Diagrama de los ganancias de ambos concurrentes



MHD: Modelos y Herramientas de Decisión (240E0023)
[Máster Universitario en Ingeniería de Organización (240MUEO)]



BC8: PROYECTO BICICLETAS

MODELOS Y HERRAMIENTAS DE DECISIÓN

Decisión polietápica para distribuir esfuerzos de la empresa.

Alex Erdfarb
Antoine Balmes
Gemma Alfocea Roig
Lluís Bolívar López
Víctor Sánchez Olmos

Enunciado

Describa un problema de decisión polietápica para distribuir esfuerzos en su empresa (horizonte limitado). Defina etapa, estados, variables de decisión y ecuación de recurrencia.

Plantee y resuelva el programa dinámico asociado a la distribución de esfuerzo en su empresa.

Problema de decisión polietápica, Horizonte limitado - Toma de decisiones estratégicas

La empresa está analizando incrementar su presencia internacional de cara a aprovechar las oportunidades del mercado exterior y aumentar así las ganancias por ventas exteriores. Para ello selecciona cuatro mercados para lograr posicionarse en ellos y así vender sus productos.

Evidentemente esta clase de acciones necesitan inversión. Para esto, consultando con distintos bancos se han negociado 2 líneas de crédito de 100.000 euros.

Nuestro trabajo ahora es determinar a que dos mercados debemos dedicar las líneas de crédito para minimizar riesgos en todos.

Los mercados son: **A(Roma); B(Lisboa); C(Berlin); D(Amsterdam)**

Inicialmente las posibilidades de fracaso en los cuatro distintos mercados son:

	Roma	Lisboa	Berlin	Amsterdam
Probabilidad de fracaso inicial	0,8	0,7	0,6	0,5

Tabla 1. Probabilidad de fracaso según el mercado.

Problema de decisión polietápica, Horizonte limitado - Toma de decisiones estratégicas

Si se asignan hasta dos líneas de crédito, las probabilidades de fracaso de los mercados se recogen en la siguiente tabla 1.

Nº Líneas de crédito	PROBABILIDAD DE FRACASO EN LOS MERCADOS			
	A	B	C	D
0	0,75	0,7	0,6	0,5
1	0,7	0,55	0,4	0,4
2	0,5	0,4	0,35	0,3

Tabla 2. Matriz de probabilidad de fracaso según el mercado y el número de líneas de crédito

Objetivo: Asignar dos líneas de crédito en total con el propósito de minimizar la posibilidad de fracasar en todos los mercados.

Problema de decisión polietápica, Horizonte limitado - Toma de decisiones estratégicas

Invertir en Amsterdam:

$n = 4: S_4 \in \{0, 1, 2\}, X_4 \in \{0, 1, 2\}$

$F_4(S_4, X_4) = p_4(x_4) \cdot F_5(0)$

$F_5(0) = 1$

$F_4^*(S_4) = F_4(S_4, X_4) = p_4(x_4)$

S_4/X_4	0	1	2	$F_4^*(S_4)$	X_4^*
0	0,5			0,5	0
1		0,4		0,4	1
2			0,3	0,3	2

Tabla 3. Aplicación del algoritmo polietápico para $n = 4$

Invertir en Berlín:

$n = 3: S_3 \in \{0, 1, 2\}, X_3 \in \{0, 1, 2\}$

$F_3(S_3, X_3) = p_3(x_3) \cdot F_4^*(S_3 - X_3)$

$F_3^*(S_3) = \min F_3(S_3, X_3)$

$0 \leq X_3 \leq S_3$

S_3/X_3	0	1	2	$F_3^*(S_3)$	X_3^*
0	0,3			0,3	0
1	0,24	0,2		0,2	1
2	0,18	0,16	0,175	0,16	1

Tabla 4. Aplicación del algoritmo polietápico para $n = 3$

Problema de decisión polietápica, Horizonte limitado - Toma de decisiones estratégicas

Invertir en Lisboa:

$n = 2: S_2 \in \{0, 1, 2\}, X_2 \in \{0, 1, 2\}$

$F_2(S_2, X_2) = p_2(x_2) \times F_3^*(S_2 - X_2)$

$F_2^*(S_2) = \min_{0 \leq X_2 \leq S_2} F_2(S_2, X_2)$

S_2/X_2	0	1	2	$F_2^*(S_2)$	X_2^*
0	0,21			0,21	0
1	0,14	0,165		0,14	0
2	0,112	0,11	0,12	0,11	1

Tabla 5. Aplicación del algoritmo polietápico para $n = 2$

Invertir en Roma:

$n = 1: S_1 \in \{0, 1, 2\}, X_1 \in \{0, 1, 2\}$

$F_1(S_1, X_1) = p_1(x_1) \bullet F_2^*(S_1 - X_1)$

$F_1^*(S_1) = \min_{0 \leq X_1 \leq S_1} F_1(S_1, X_1)$

S_1/X_1	0	1	2	$F_1^*(S_1)$	X_1^*
2	0,0825	0,098	0,105	0,0825	0

Tabla 6. Aplicación del algoritmo polietápico para $n = 1$

Problema de decisión polietápica, Horizonte limitado - Toma de decisiones estratégicas

$$\begin{aligned} X_1^* = 0 \Rightarrow S_2 = S_1 - X_1^* = 2 ; X_2^* = 1 \Rightarrow S_3 = S_2 - X_2^* = 1 ; X_3^* = 1 \Rightarrow S_4 = S_3 - X_3^* = 0 ; X_4^* = 0 \Rightarrow S_5 = S_4 - X_4^* = 0 \\ X_1^* = 0 \Rightarrow S_2 = S_1 - X_1^* = 2 \Rightarrow X_2^* = 1 \Rightarrow S_3 = 1 \Rightarrow X_3^* = 1 \Rightarrow S_4 = 0 \Rightarrow X_4^* = 0 \end{aligned}$$

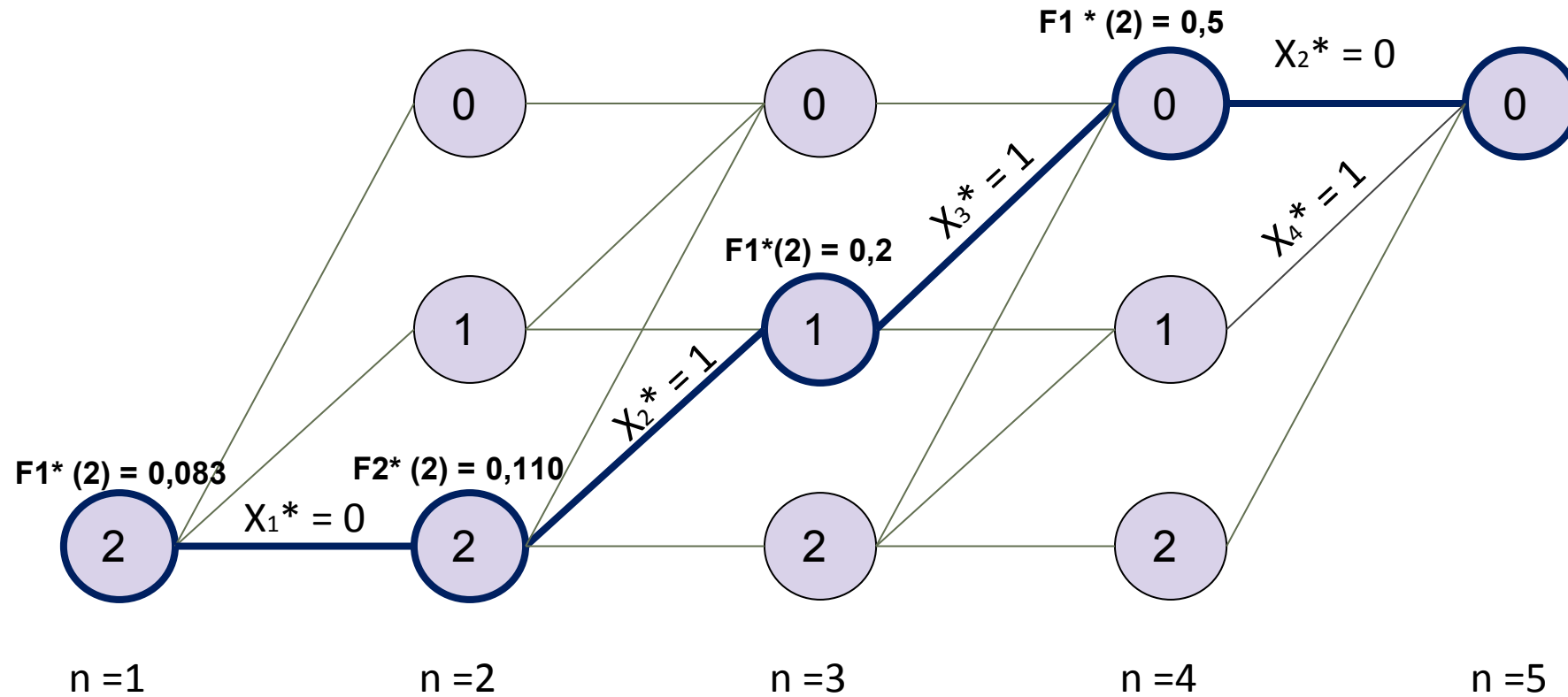
Resultados obtenidos:

La asignación de las dos líneas de crédito que garantizan el mínimo de posibilidades de fracaso será en los mercados:

1. Lisboa
2. Berlín

Problema de decisión polietápica, Horizonte limitado

- Toma de decisiones estratégicas





MHD: Modelos y Herramientas de Decisión (240E0023)
[Máster Universitario en Ingeniería de Organización (240MUEO)]



BC9: PROYECTO BICICLETAS

MODELOS Y HERRAMIENTAS DE DECISIÓN

Decisión polietápica para para la toma de decisiones estratégicas.

Alex Erdfarb
Antoine Balmes
Gemma Alfocea Roig
Lluís Bolívar López
Víctor Sánchez Olmos

Enunciado

Describa un problema de decisión polietápica con horizonte ilimitado para la toma de decisiones estratégicas en su empresa (largo plazo). Defina etapas, estados, variables de decisión y ecuación de recurrencia.

Plantee y resuelva un programa dinámico asociado a su problema y determine la política óptima a largo plazo.

Problema de decisión polietápica - Horizonte ilimitado

Toma de decisiones estratégicas

La empresa quiere establecer una rutina a largo plazo para sus viajes de distribución de productos en los 4 puntos de distribución más importantes (A, B, C y D). La rutina debe contemplar al menos 15 eventos. Las ganancias netas obtenidas en cada viaje se muestran en la tabla siguiente (empezando y finalizando por la casa madre: A (Barcelona), el camión no puede ir inmediatamente al punto de donde vino.

A(Barcelona); B (Andorra la Vella) ; C (Castellon de la Plana); D (Zaragoza)

Margen Comercial Bruto (€)	BARCELONA	ANDORRA	CASTELLÓN	ZARAGOZA
BARCELONA	0	900	1286	1414
ANDORRA	900	0	1029	1543
CASTELLÓN	514	643	0	514
ZARAGOZA	257	129	771	0

Tabla 1. Ganancia por operación de la empresa según origen-destino

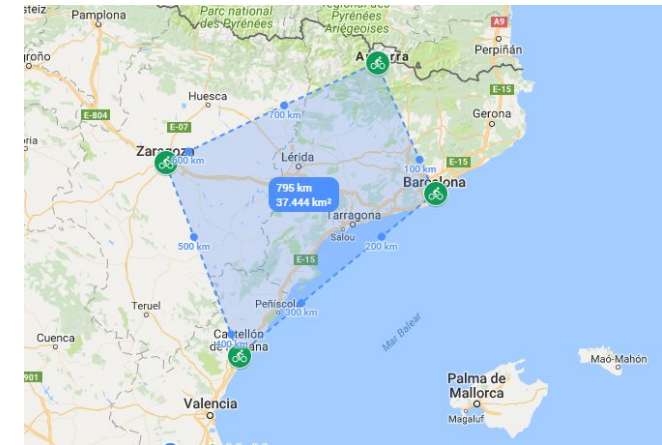


Ilustración 1. Localización de los 4 puntos de distribución

Problema de decisión polietápica - Horizonte ilimitado

Toma de decisiones estratégicas

ETAPAS: Se contemplan 12 paradas ($n = 1, \dots, 12$)

ESTADOS: Se han definido 4 estados ($S_n \in [A, B, C, D]$)

VARIABLES DECISIÓN: $X_n \in [A, B, C, D]$

ECUACIÓN RECURRENCIA: $f_n(s_n, x_n) = f_{n+1}^*(x_n) + g(s_n, x_n) ; s_{n+1} = x_n ; f_n^*(s_n) = \max [f_{n+1}^*(x_n) + g(s_n, x_n)]$

S_n/X_n	A	B	C	D
A	0	900	1286	1414
B	900	0	1029	1543
C	514	643	0	514
D	257	129	771	0

Tabla 2. Margen Comercial Bruto por operación de la empresa según origen-destino

Problema de decisión polietápica - Horizonte ilimitado

Toma de decisiones estratégicas

Aplicamos el algoritmo polietápico iniciando de A (Barcelona) desde la última etapa ($n=12$) y obtenemos los siguientes resultados:

S12/x12	A	B	C	D	F12	X12
A	0	900	1286	1414	1414	D
B	900	0	1029	1543	1543	D
C	514	643	0	514	643	B
D	257	129	771	0	771	C

S11/x11	A	B	C	D	F11	X11
A	1414	2443	1929	2185	2443	B
B	2314	1543	1672	2314	2314	A
C	1928	2186	643	1285	2186	B
D	1671	1672	1414	771	1672	B

S10/x10	A	B	C	D	F10	X10
A	2443	3214	3472	3086	3472	C
B	3343	2314	3215	3215	3343	A
C	2957	2957	2186	2186	2957	A
D	2700	2443	2957	1672	2957	C

S9/x9	A	B	C	D	F9	X9
A	3472	4243	4243	4371	4371	D
B	4372	3343	3986	4500	4500	D
C	3986	3986	2957	3471	3986	A
D	3729	3472	3728	2957	3729	A

S8/x8	A	B	C	D	F8	X8
A	4371	5400	5272	5143	5400	B
B	5271	4500	5015	5272	5272	D
C	4885	5143	3986	4243	5143	B
D	4628	4629	4757	3729	4757	C

S7/x7	A	B	C	D	F7	X7
A	5400	6172	6429	6171	6429	C
B	6300	5272	6172	6300	6300	A
C	5914	5915	5143	5271	5915	B
D	5657	5401	5914	4757	5914	C

S6/x6	A	B	C	D	F6	X6
A	6429	7200	7201	7328	7328	D
B	7329	6300	6944	7457	7457	D
C	6943	6943	5915	6428	6943	A
D	6686	6429	6686	5914	6686	A

S5/x5	A	B	C	D	F5	X5
A	7328	8357	8229	8100	8357	B
B	8228	7457	7972	8229	8229	D
C	7842	8100	6943	7200	8100	B
D	7585	7586	7714	6686	7714	C

S4/x4	A	B	C	D	F4	X4
A	8357	9257	9386	9128	9386	C
B	9257	8357	9129	9257	9257	A
C	8871	9000	8100	8228	9000	B
D	8614	8486	8871	7714	8871	C

S3/x3	A	B	C	D	F3	X3
A	9386	10286	10286	10285	10286	B
B	10286	9386	10029	10414	10414	D
C	9900	10029	9000	9385	10029	B
D	9643	9515	9771	8871	9771	C

S2/x2	A	B	C	D	F2	X2
A	10286	11314	11315	11185	11315	C
B	11186	10414	11058	11314	11314	D
C	10800	11057	10029	10285	11057	B
D	10543	10543	10800	9771	10800	C

S1/x1	A	B	C	D	F1	X1
A	11315	12214	12343	12214	12343	C
B	12215	11314	12086	12343	12343	D
C	11829	11957	11057	11314	11957	B
D	11572	11443	11828	10800	11828	C

Tabla3. Algoritmo polietápico ($n = 12 \dots n = 1$)

Problema de decisión polietápica - Horizonte ilimitado

Toma de decisiones estratégicas

Partiendo de Barcelona (A), se ha definido la siguiente ruta óptima:

Sn	F12	X12	F11	X11	F10	X10	F9	X9	F8	X8	F7	X7
A	1414	D	2443	B	3472	C	4371	D	5400	B	6429	C
B	1543	D	2314	A	3343	A	4500	D	5272	D	6300	A
C	643	B	2186	B	2957	A	3986	A	5143	B	5915	B
D	771	C	1672	B	2957	C	3729	A	4757	C	5914	C

F6	X6	F5	X5	F4	X4	F3	X3	F2	X2	F1	X1
7328	D	8357	B	9386	C	10286	B	11315	C	12343	C
7457	D	8229	D	9257	A	10414	D	11314	D	12343	D
6943	A	8100	B	9000	B	10029	B	11057	B	11957	B
6686	A	7714	C	8871	C	9771	C	10800	C	11828	C

Tabla 4. Ruta óptima definida a partir de los resultados obtenidos del algoritmo polietápico

Ruta ($S1 = A$) : $A \longrightarrow \pi (C \longrightarrow B \longrightarrow D)$

Problema de decisión polietápica - Horizonte ilimitado

Toma de decisiones estratégicas

Si seguimos la ruta establecida con el algoritmo polietápico nuestra ganancia media (**margen comercial bruto medio**) sería el siguiente:

Etapas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	1414	1222	1157	1093	1080	1072	1047	1045	1043	1029	1029	1029
B	1543	1157	1114	1125	1054	1050	1065	1029	1029	1041	1029	1029
C	643	1093	986	997	1029	986	992	1013	1000	1003	1005	996
D	771	836	986	932	951	986	955	964	986	977	982	986
EM	1093	1077	1061	1037	1029	1023	1015	1013	1014	1013	1011	1010

Tabla 5. Ganancia media por viaje realizado



Muchas gracias por
vuestra atención